

ECT

Comparación de los resultados del Test de Columna Extendida (ECT) con indicios de inestabilidad en laderas próximas: exploración de un gran conjunto de datos internacionales

DIVULGACIÓN

Autores: Frank Techel, Karl Birkeland, Doug Chabot, Jim Earl, Ivan Moner

Fotos: Karl Birkeland e Ivan Moner

Desde su introducción en 2006, el Test de Columna Extendida (ECT) se ha convertido en una de las pruebas más usadas para evaluar la inestabilidad local de la nieve. En 2009 dos estudios exploraron cómo los resultados del ECT se correlacionaban con las inestabilidades observadas, sentando las bases para la interpretación del test que estamos utilizando hoy. Según los datos de los primeros inviernos, Ron Simenhois y Karl Birkeland mostraron que se observaba ECTV y ECTP cuando las condiciones indica-

ban inestabilidad, ECTN y ECTX se observaban principalmente en laderas estables. En Suiza, Kurt Winkler y Jürg Schweizer notaron que ECTP \leq 21 ya detectaba correctamente una gran proporción de laderas inestables manteniendo más bajo el número de falsas alarmas. Nuevamente, ECTN o ECTX se asociaron más frecuentemente con laderas estables en su estudio. En Suiza este es el enfoque utilizado operativamente para clasificar los resultados del ECT.

Jordi Gavaldà, del equipo del Centro de Lauegi del Conselh Generau d'Aran, haciendo un ECT en los Pirineos. La mayoría de la muestra de la Val d'Aran proviene de las observaciones de sus técnicos.



Ahora, más de diez años después, con el ECT como un test bien establecido en todo el mundo, creemos que es hora de revisar estas interpretaciones de estabilidad que combinan los ECT de América del Norte (principalmente de los Estados Unidos), España (Val d'Aran) y Suiza.

¿Qué datos usamos?

Exploramos varias bases de datos de perfiles de nieve y nos centramos en los que tenían al menos un resultado de ECT y que también proporcionaban información sobre la ausencia o presencia de signos de inestabilidad o avalanchas recientes cercanas. Si faltaba información sobre signos de inestabilidad o avalanchas, o si los perfiles se registraron como de test o entrenamiento, o cuando se realizaron dentro de las áreas de esquí (en los de Estados Unidos), no se usó el ECT. Esto nos dejó con:

- 2.579 ECT de Snowpilot.org, con aproximadamente el 90% de los Estados Unidos (Snowpilot.org está abierto al público).
 - 167 ECT de la Val d'Aran, con perfiles recopilados principalmente por predictores y observadores.
 - 1.226 ECT de Suiza, con perfiles realizados por investigadores y observadores de campo.
- Estos resultados son, por lo tanto, solo un pequeño subconjunto de los más de 30.000 ECT en estas bases de datos.

¿Cómo analizamos los datos?

Para cada ECT, si se indicó más de una fractura, usamos las siguientes reglas para decidir qué resultado fue el más relevante para la evaluación de estabilidad:

- Si se registró una fractura de ECTV o ECTP, consideramos el menor número de golpes requeridos para la propagación completa.
- Si no se observó la propagación completa, consideramos el menor número de golpes asociados con ECTN o ECTX.

Si hubo varios ECT en la misma cata de nieve, elegimos uno al azar. Esto nos proporcionó un conjunto de datos de más de 3.500 resultados de ECT.

Clasificamos la estabilidad de cada ubicación de ECT a partir de los signos de inestabilidad observados en sus alrededores.

Consideramos las ubicaciones de los ECT como inestables cuando se observaron signos de

inestabilidad o avalanchas recientes en las laderas circundantes. Si los observadores registraron claramente que no había signos de inestabilidad ni avalanchas recientes, o si indicaron que la ladera en cuestión estaba esquiada o con trazas de motos de nieve (en los Estados Unidos), consideramos que estos lugares eran estables. En nuestro conjunto de datos, el 32% de las ubicaciones de ECT se consideraron inestables y el 68% estables. Esta es nuestra tasa base, y compararemos los resultados de los tests con ella. Para cada combinación de resultados del ECT (propagación o no y número de golpes), calculamos la proporción de tests asociados a observaciones de inestabilidad. Para suavizar la dispersión de los resultados, calculamos el promedio móvil de la proporción de ubicaciones inestables para cinco números consecutivos de golpes. A continuación planteamos la siguiente pregunta: ¿Es la proporción de laderas inestables de un resultado ECT específico (propagación y número de golpes) significativamente mayor (o menor) que nuestra tasa base? Si la proporción inestable es mayor que la tasa base, el resultado correspondiente de ECT (propagación y número de golpes) se observará claramente con mayor frecuencia en ubicaciones inestables, si es menor, se correlacionará significativamente más a menudo con condiciones estables. Los próximos a la tasa base podrían interpretarse como resultados intermedios, ni claramente inestables ni estables.

¿Qué encontramos?

Claramente, el ECTP se observó con mayor frecuencia en laderas inestables que estables, mientras que ECTN y ECTX fueron encontrados más frecuentemente en laderas estables (figura 1). Además, los ECT con un número mayor de golpes tendían a ser más estables. El resultado de ECTP con menos de 14 golpes eran los más inestables, con un 60% de estos tests asociados con avalanchas o signos de inestabilidad. Esto es aproximadamente el doble del número de localizaciones asociadas con avalanchas en nuestro *data set* completo (la tasa base, representada por la línea negra discontinua en el gráfico 1). Aunque todavía están claramente en el lado inestable de la línea punteada negra, la proporción de ubicaciones inestables disminuye con el aumento del número de golpes, aunque se llegue a propagar una fractura. Cuando se necesitan más de 22 golpes para iniciar una fractura, aunque esta propague la proporción de laderas inestables no es significativamente mayor que la tasa base, lo que

indica que dichos resultados podrían clasificarse como inestabilidad "intermedia". Observamos algo similar para $ECTN \leq 8$, mientras que los resultados de $ECTN > 8$ quedan claramente vinculados a la estabilidad.

Interpretación de los hallazgos: algunas observaciones

En un mundo perfecto tendríamos una referencia verdaderamente segura sobre si una ladera pue-

de desencadenarse o no. Sin embargo, en realidad, en la mayoría de los estudios que exploran los tests de estabilidad, como este mismo, se deben usar otras observaciones para inferir la estabilidad de las laderas. Si la clasificación de las laderas en estables o inestables es errónea (lo que resulta inevitable para una parte de los datos) entonces la precisión del estudio disminuye. Por ejemplo, en este estudio seguramente tenemos algunos casos en que los observadores no detectaron signos de inestabilidad pese a que el manto era realmente inestable y era posible desencadenar una avalancha. En nuestro caso, esto significa una menor proporción de ubicacio-

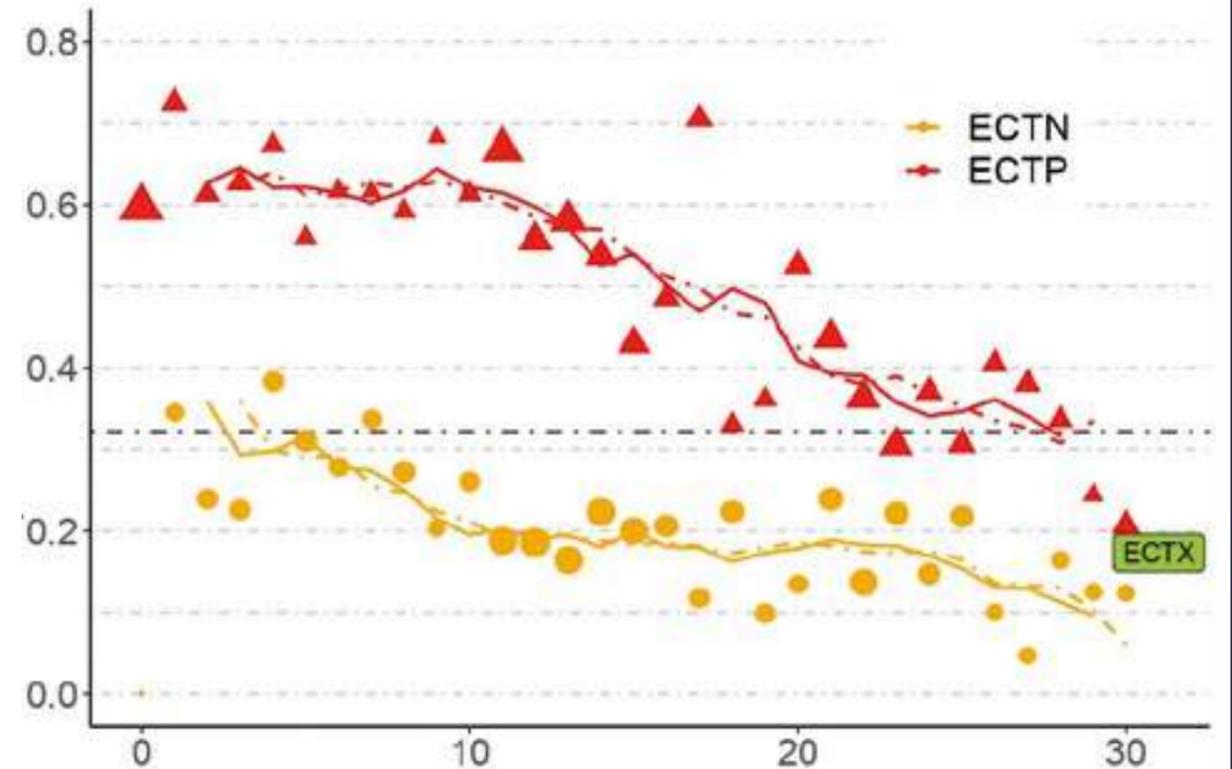


Gráfico 1: Proporción de ubicaciones inestables para cada resultado del ECT. Cuanto más grandes son los símbolos, más datos coinciden en ese valor. Las líneas coloreadas representan un promedio móvil, calculado sobre cinco números consecutivos de golpes. La línea punteada negra representa la tasa base, la proporción de ubicaciones inestables en el conjunto de datos. Resultados de ECTP (triángulos rojos) se observaron con mayor frecuencia en ubicaciones inestables (por encima de la línea punteada negra), ECTN (círculos amarillos) y ECTX en ubicaciones estables. La proporción de ubicaciones inestables para $ECTP > 22$ y $ECTN \leq 8$ no indica realmente condiciones inestables o estables.

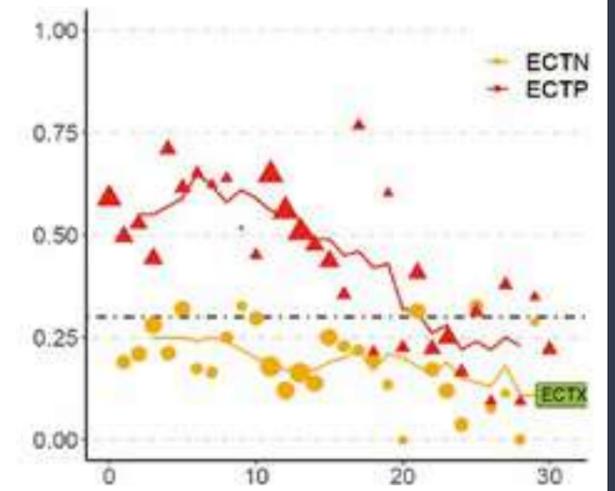


Frank Techel del Institut für Schnee- und Lawnenforschung (SLF), el principal autor de este artículo, en una cata en los Alpes Suizos. Los datos de la muestra suiza han sido recopilados por los propios predictores, pero sobre todo por investigadores y técnicos.

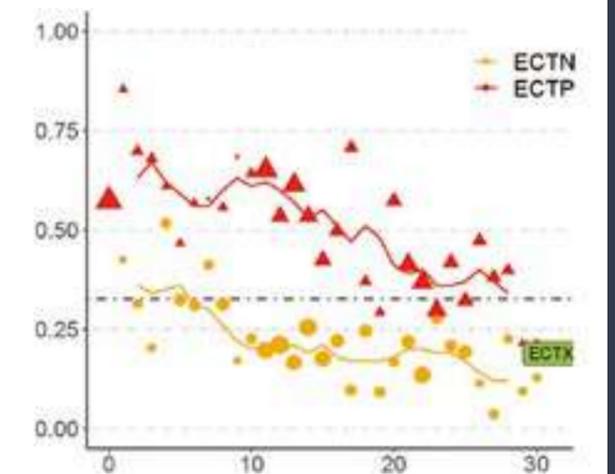
nes inestables para ECTP y una mayor proporción para ECTN de la que realmente existe. De todas formas, mientras este hecho influye en los valores absolutos, no lo hace en los patrones observados que se muestran en el gráfico 1. Esto se puede ver para el conjunto de datos provenientes de la Val d'Aran. Este es mucho más pequeño y de mayor calidad que los de los Estados Unidos y de Suiza. Mientras en el Pirineo los datos han sido verificados minuciosamente por los predictores de la Val d'Aran, en el resto de ubicaciones se ha confiado en las observaciones adjuntadas con el perfil. En la Val d'Aran, la proporción de ubicaciones inestables fue de aproximadamente el 80% para $ECTP \leq 23$, aproximadamente el 40% para $ECTP > 23$ y el 8% para ECTN y ECTX en un conjunto de datos con laderas inestables del 35% (figura 2b). En contraste, en los Estados Unidos y Suiza, los valores absolutos y la forma de las curvas fueron notablemente similares (gráfico 2a y 2c). La única diferencia fue que la proporción de laderas inestables para $ECTP > 22$ fue ligeramente superior a la tasa base en los Estados Unidos y ligeramente inferior en Suiza.

Gráfico 2: Proporción de ubicaciones inestables para cada resultado del test de los tres conjuntos de datos. Los resultados Snowpilot (a) y Suiza (c), que se basan en una gran cantidad de ECT, se parecen bastante. En contraste, los datos de ECT de la Val d'Aran discriminan mejor entre los resultados de ECT que corresponden a inestabilidad y estabilidad, pero también muestran un comportamiento mucho más aleatorio debido al pequeño número de tests.

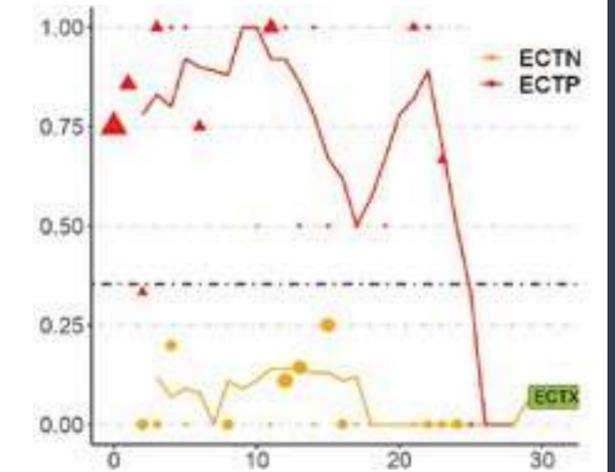
c) Suiza



a) Snowpilot



b) Val d'Aran



ECT en las montañas de Montana, en los Estados Unidos. Snowpilot es la plataforma más usada en este país para representar y almacenar perfiles, que quedan a disposición de los investigadores.

Para llevar a casa

La correlación entre los signos de inestabilidad y los valores del ECT muestra claramente que el ECT es un test valioso para evaluar la inestabilidad de la nieve. Sugerimos los siguientes términos para designar los resultados del test:

- Estabilidad Pobre: ECTP con valores fáciles (golpes con la muñeca, 1 a 10), y en menor medida, moderados (con el codo, 11 a 20). En nuestra muestra estos resultados están claramente correlacionados con la inestabilidad.
- Estabilidad Regular: ECTP con valores altos (>22) y ECTN con valores bajos (<8). Nuestros resultados sugieren que estos valores son una mezcla en términos de su asociación con signos de inestabilidad.

- Estabilidad Buena: ECTN con valores moderados y altos, así como ECTX. Estos resultados se asocian frecuentemente con condiciones estables.

Aunque esta clasificación puede ayudarnos a interpretar un resultado de ECT, los desafíos siguen siendo: 1) seleccionar la ubicación correcta para el test, 2) determinar cómo de representativa es esa ubicación para la ladera que se evalúa y 3) entender la variabilidad espacial inherente a los resultados de los tests. Por lo tanto, un solo test nunca debe usarse como único indicador de estabilidad, sino siempre en combinación con muchas otras observaciones de campo. Sin embargo, un solo test con resultados inestables es suficiente para hacer recomendable la precaución.

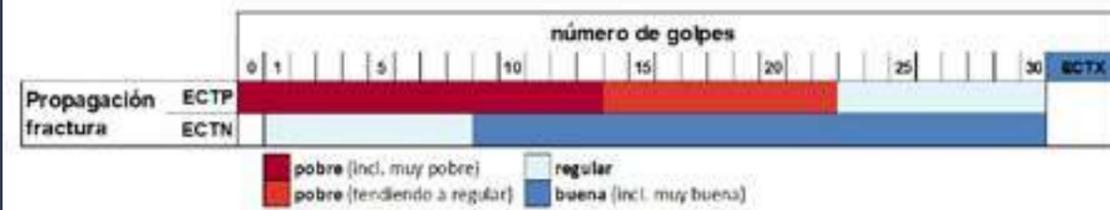
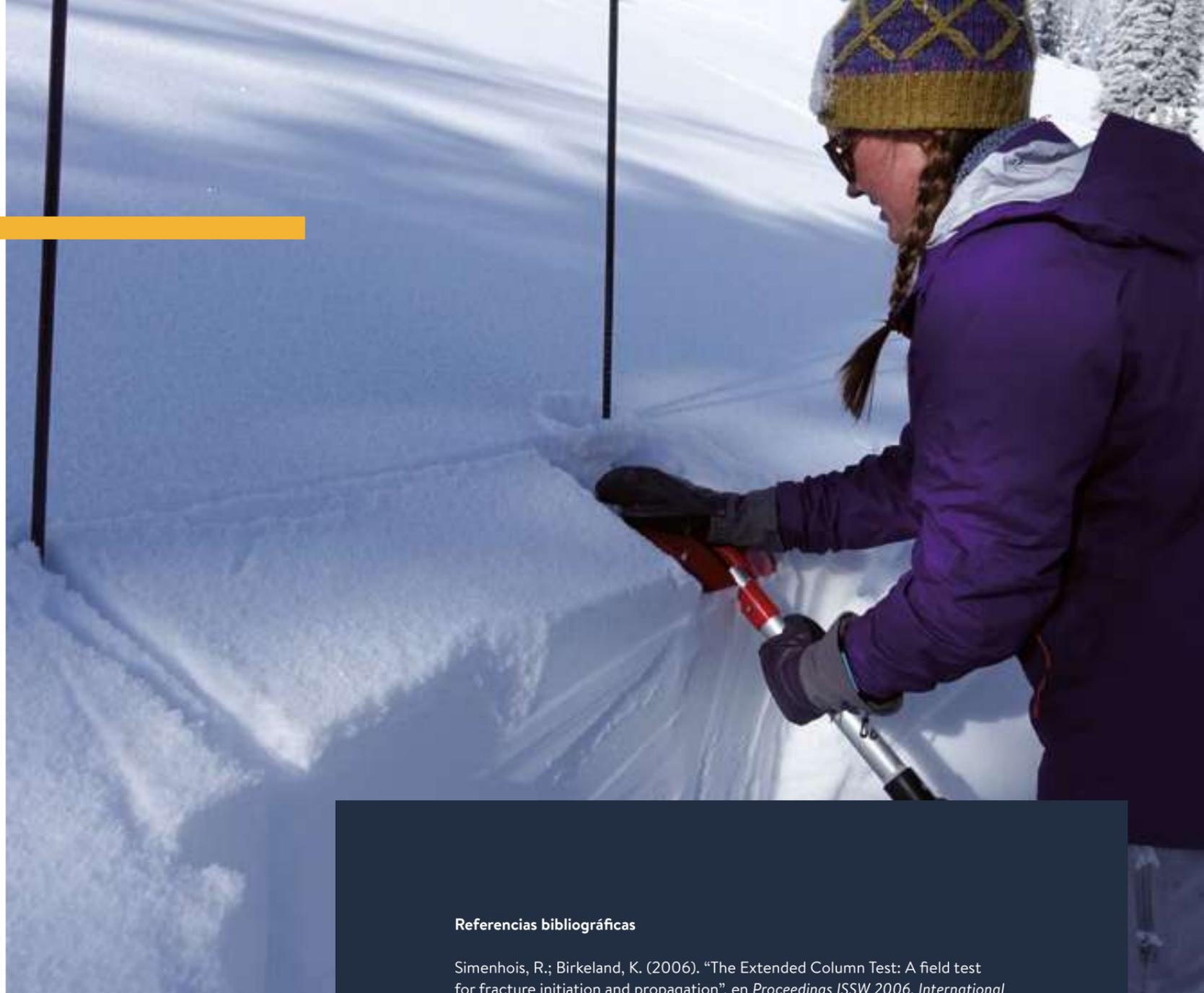


Gráfico 3: Relación de los resultados del ECT con los signos observados de inestabilidad en los alrededores.

Más resultados de un estudio suizo de ECT (Techel et al., 2020)

Basándose en el conjunto de datos suizo, que se incluye en este estudio, se observaron otros hallazgos:

- Realizar un segundo ECT en el mismo perfil fue más útil cuando el primer ECT indicó $ECTP > 14$ o $ECTN < 10$. Especialmente en estos casos, un segundo ECT podría inclinar la balanza hacia la indicación de inestabilidad o estabilidad.
- Una comparación directa de los resultados del ECT con los tests del salto (Rutschblock, RB) realizados en la misma cata de nieve mostró que el RB se correlacionó mejor con la estabilidad de la ladera que los resultados de ECT. En otras palabras, si un RB indicaba inestabilidad, más laderas estaban clasificadas como inestables, comparado con los resultados de ECT indicadores de inestabilidad. Para resultados que indicaban estabilidad se observó lo opuesto.



Referencias bibliográficas

Simenhois, R.; Birkeland, K. (2006). "The Extended Column Test: A field test for fracture initiation and propagation", en *Proceedings ISSW 2006. International Snow Science Workshop*, Telluride, Co., págs. 79-85.

Simenhois, R.; Birkeland, K. (2009). "The Extended Column Test: Test effectiveness, spatial variability, and comparison with the propagation saw test". *Cold Regions Science and Technology*, 59, págs. 210-216.

Techel, F.; Winkler, K.; Walcher, M.; van Herwijnen, A.; Schweizer, J. (2020). "On the snowpack stability interpretation of Extended Column Test results". *Natural Hazards Earth System Sciences*, vol. 20, págs. 1941-1953.

Winkler, K.; Schweizer, J. (2009). "Comparison of snow stability tests: Extended column test, rutschblock test and compression test". *Cold Regions Science and Technology*, 59, págs. 217-226.